

Upptagnings- och lagringsteknik för sockerbetor i storskaliga försök 2009

Robert Olsson, Åsa Olsson, Rebecka Svensson

Bakgrund

Lagring av sockerbetor med så små förluster som möjligt samt med bibehållen kvalitet har en avgörande betydelse för såväl odlarekonomin som industrins krav på en råvara av jämn och hög kvalitet. Som en direkt följd av den nya sockerregimen i Europa har priset på socker minskat och sockerbruk har lagts ner i både Sverige och Danmark under 2006. Trenden är längre kampanjer och därmed längre lagringstid. I och med att lagring av betor fått en allt större betydelse har behovet av mer kunskap kring lagring ökat.

I ett tidigare treårigt SLF-finansierat forskningsprojekt vid NBR har fyra olika aspekter på lagring av betor studerats; *optimerad upptagningstidpunkt vid sen leverans, sortvalets betydelse, skadegrad samt odlingsplatsens betydelse*. Dessa försök har, med undantag för *optimerad upptagningstidpunkt*, utförts med lagring under kontrollerade betingelser i klimatrum.

När det gäller upptagning av sockerbetor finns det sedan några år tillbaka ett antal maskiner i Sverige av märket Grimme som tar upp betor på ett dokumenterat skonsamt sätt jämfört med den teknik som tidigare varit vanlig i Sverige (Ohlson, 2005). Nackdelen med tekniken är att betornas renhet kan bli något lägre. I denna undersökning ville vi jämföra den skonsamma tekniken med normal upptagningsteknik vad gäller upptagningskvalitet, skörd och renhet i full praktisk skala.

Det finns många olika sätt att täcka betor för att skydda dem mot frost. Många lantbrukare eftersträvar en arbetsbesparande teknik som håller både i värme och i kyla. Därför provades en ny typ av stuka, den s.k. hybridstukan. Fördelen med denna är att den görs klar snart efter att betorna lagrats in. Därefter kräver den endast en liten arbetsinsats.

Syftet med projektet var att: 1) Studera lagringsförlusterna efter betor upptagna med *normal* respektive *skonsam* teknik i storskaliga försök (Delprojekt 1), 2) Studera lagringsförlusterna vid skonsamt upptagna betor *utan* respektive *med* rensverk över rensverk före leverans (Delprojekt 1), 3) Studera lagringsförlusterna i stukor av typen hybridstuka täckt med TopTex under olika temperaturförhållanden (Delprojekt 2). Delprojekt 1 utfördes på Jordberga gods och delprojekt 2 på Jordberga gods och Övedskloster.

Alla kostnader för hybridstukan på Övedskloster betalas av NBR enligt särskilda villkor från SLF.

Material och metoder

Delprojekt 1: Skonsam teknik med respektive utan rensverk

Plantantalet per hektar räknades ut genom att på tio platser jämnt fördelade över fältet räkna betor på en sträcka av 25 meter och en rad. Till den normala upptagningstekniken (stuka 1) användes Jordberga gods nioradiga Vervaet BeetEater, medan en sexradig Grimme Maxtron användes för den skonsamma upptagningstekniken (stuka 4 och 5).

För transport från betupptagarna till lagringsplatsen användes en Edenhall E25 elevatortvagn. Upptagarna tömde betorna i elevatortvagnen och för att få den totala vikten på det inlagrade betmaterialet kördes vagnen via en våg till en asfalterad platta med god avrinning där betorna tömdes av. För att begränsa fallhöjden för betorna sänktes elevatortvagnen ner till 2,5 meter från marken, vilket också var den höjd stukan fick. Stukorna blev ungefär 20 meter långa vilket motsvarar 8–9 ton betor per meter. Bet- och jordmaterialet, som under avlastningen från elevatortvagnen till stukan hamnade vid sidan om stukan och blev sönderkört, samlades ihop och vägdes. Vikten på det materialet drogs bort från den totala vikten på det inlagrade betmaterialet.

För att få en uppfattning om betspillet i fält efter betupptagarna gjordes en spillundersökning. På 20 m långa sträckor, av hela maskinens bredd, samlades hela betor som var större än 45 mm i nacken samt stora betbitar ihop och vägdes (fem upprepningar per upptagare. Ytspillet i kg per hektar räknades därefter fram.

I samband med att stukorna lades, gjordes bedömningar av upptagningskvalitet (rotspetsbrott, blastning, ytskador och sprickor) på 400 slumpvis utvalda betor/stuka. På varje beta bedömdes genomsnittsdiametern på rotspetsbrottet enligt följande klasser: Klass 1: 0-2 cm, Klass 2: 2-4 cm, Klass 3: 4-6 cm, Klass 4: 6-8 cm, Klass 5: > 8 cm. Även en bedömning av betornas blastning gjordes enligt nedanstående klasser: Klass 1: Oblastad, Klass 2: Otillräckligt blastad, bladanlag och små bladskåft kvar, Klass 3: Perfekt blastad, Klass 4: För djupt blastad, Klass 5: Snett blastad. Betorna i klass 4 enligt ovanstående blastningsbedömning antogs vara 1 cm för mycket blastade. På betorna bedömdes också hur många cm² av mantelytan som var skadad. Det kontrollerades även om betorna hade sprickor eller inte.

För att få ett ingångsvärde av sockerhalt och renhet på betmaterialet som lagrades in i stukorna togs prover ut enligt följande metodik: Först tömde elevatortvagnen 1/3 av betorna i stukan, därefter tömdes ungefär 50 kg betor ner på ett bilsläp, där fyra provlådor från sockerbruket var placerade. Proceduren upprepades varje gång elevatortvagnen tömde betor i stukan. Från varje vagn togs alltså fyra lådor ut à 30–40 kg, vilket gav 40 provlådor per stuka. Dessa provlådor sändes dagen efter upptagningen till Agri provtvätt på Örtofta för analys av brutto- och nettovikt, sockerhalt, blåtal samt kalium- och natriumhalt. Renheten vid direktleverans räknades ut på följande sätt: Renhet = (nettovikt * 0,9635) / bruttovikt. 0,9635 är ett administrativt avdrag för betnacken. Efter denna uträkning gick renheten att jämföra med renheten vid leverans i januari.

Inlagringen i stukor skedde under för årstiden normala väderförhållanden. Det var uppehållsväder under upptagningen. Stuka 1 togs upp den 5 november. Under natten föll 15 mm regn. Stuka 4 och 5 togs upp dagen efter. Betorna fick möjlighet att torka och läka några dagar innan halm lades på. Inför förväntad starkare frost lades plast på den 9 december.

När stukorna var färdiga monterades det in en temperaturlogger med tio givare för kontinuerlig övervakning av temperaturen i stukans olika delar. Temperaturen mättes och lagrades en gång i timmen under hela lagringsperioden. Loggern i stukorna tankades av till en dator vid flera tillfällen under lagringsperioden. Toppen av stukorna öppnades för luftning vid behov när temperaturen i stukans mitt stigit. Utetemperatur och relativ luftfuktighet samlades också in från två klimatloggrar som var utplacerade i närheten av stukorna. Klimatloggrarna registrerade temperaturen (°C, % RH) en gång i timmen. Antalet daggrader räknades ut genom att medeltemperaturerna för alla dagar med temperaturer över 0°C summerades.

Stukorna täcktes med nät och hackad halm först tre till fyra dagar efter upptagningen för att de skulle hinna torka. Halmen blåstes på med hjälp av en halmhack, tjockleken som eftersträvades var 30 cm lös halm. Plasten lades på i samband med att minusgrader hade utlovats i kombination med hård vind. Snö föll senare, vilket gjorde att det inte gick att öppna eller plocka av plasten under resten av lagringsperioden.

De betor som i samband med avtäckningen inte bedömdes vara leveransgilla skalades bort med hjälp av en lastmaskin. Det bortskalade materialet vägdes. I samband med leveransen av betorna plockades representativa prover ut om 400 betor per stuka. På dessa betor bedömdes antal groddar och groddarnas genomsnittliga längd, procent svampbeväxt yta av nacke, rotspets och mantel. Hälften av betorna delades och därefter bedömdes rötter i nacke, rotspets och mantel på en skala från 1–9.

Betorna lastades med en lastmaskin. Stuka 1 (normal upptagning) och 4 (skonsam upptagning) lastades direkt på lastbilar utan att rensverk användes, medan stuka 5 (skonsam upptagning) lastades över rensverk. Materialet som rensverket rensade bort blandades om med hjälp av en lastare. Därefter fylldes 15 plastspannar och totalvikten samt betvikten i dessa bestämdes. Betvikten bestämdes genom att alla betbitar sorterades ut och vägdes. Slutligen vägdes hela det bortrensade materialet. Leverans av alla tre stukorna skedde samma dag.

På sockerbruket togs fyra prover, två i bilen och två i släpen, på varje lastbilsekipage. Provtagningen skedde med ordinarie cocksedgeprovtagning för analys av brutto- och nettovikt, sockerhalt samt kalium- och natriumhalt. Varje prov motsvarade cirka tio ton betor, vilket innebar ca 20 prov per stuka.

Delprojekt 2: Lagring av betor i hybridstuka

Tabell 2. Försöksdata gällande delprojekt 2 år 2009

Stuka	Upp- tagning	Bet- upp- tagare	Sort	Täckning	Rens- verk	Brytning av lager	Lagringstid (dygn)
Jordberga gods							
6	5/11	Vervaet	Rasta	Storbals-U, TopTex	Nej	15 jan	71
Övedskloster							
7	11/11	Grimme	Nexus	Storbals-U, TopTex	Nej	21 jan	71

På Jordberga räknades plantantalet på samma sätt som i delprojekt 1. Plantantalet på Övedskloster räknades inte, men uppskattades till runt 80 000 plantor per hektar.

Hybridstukorna var uppbyggda av storbalar som ställts direkt intill varandra, utan något mellanrum. Storbalar formade ett ”U” och efter inlagringen ställdes även storbalar som vindskydd för den öppna kortsidan. Efterhand som stukan fylldes med betor användes en betfjös för att jämna till ovanskiktet så att det fick en jämn slutning från balarnas överkant (ungefär 1,20 m) och upp till max 2 m. Räckvidden på betfjösen satte gränsen för hur bred stukan kunde vara.

På Jordberga gods togs betorna upp med en nioradig Vervaet BeetEater och därefter genomfördes upptagningen och inlagringen som beskrivits ovan för delprojekt 1. För upptagningen på Övedskloster användes en sexradig Grimme Maxtron. Betupptagaren tömde betorna i en högtippande vagn som därefter tippade betorna där stukan skulle ligga. Lagringsplatsen var en gräsvall där storbalar hade ställts ut och bildade ett ”U”. Efter att en till två vagnar med betor hade tippats i stukan fylldes tolv nätsäckar med

ungefär 15 kg betor vardera. Varje säck vägdes för att få vikten på betorna innan inlagringen. Säckarna kopplades därefter ihop två och två med rep. Totalt fylldes 24 säckar för varje serie och dessa placerades på olika platser inom varje serie (Figur 1).

Uppe	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Nere	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Figur 1. Placering av säckar i stukan på Övedskloster. Totalt 24 säckar per serie. Varje "XX" motsvaras av 2 säckar, upprepning 1 och 2.

En spillundersökning genomfördes både på Jordberga och på Övedskloster, på samma sätt som beskrivits i delprojekt 1. Även upptagningskvaliteten bedömdes på samma sätt som i delprojekt 1, bortsett från att viktfordelning vid olika rotspetsbrott och plantbestånd inte beräknades.

Direktleveransen på Övedskloster simulerades genom att fyra provlådor med vardera 30 kg betor fylldes för hand efter att varje serie om 24 nätsäckar hade fyllts. Lådorna skickades samma dag till Agri provtvätt på Örtofta sockerbruk för analys av brutto- och nettovikt, sockerhalt, blåtal samt kalium- och natriumhalt. Dessutom fylldes två provlådor för hand med 30 kg betor efter att varje betvagn hade tippats, vilket gav 20 lådor. Dessa lådor sändes till Agri provtvätt på Örtofta sockerbruk där de analyserades enligt ovan. Renheten vid direktleverans räknades ut på följande sätt: Renhet = (nettovikt) / bruttovikt. Eftersom proverna hanterades i nätsäckar och inte togs med ordinarie cocksedgeprovtagning på sockerbruket gjordes ingen korrigering av nettovikten med 0,9635 som är ett administrativt avdrag för betnacken.

Temperaturmätningen skedde på samma sätt som i delprojekt 1.

Täckning samt täckningsmaterial för hybridstukorna i delprojekt 2 visas i tabell 3.

Tabell 3. Täckningsåtgärder för stukorna i delprojekt 2

Stuka	Upptagning	Täckningsåtgärder	Antal dagar efter upptagning
Jordberga			
6	5/11	5/11 (TopTex pålagd)	0 (TopTex pålagd)
		17/11 (TopTex öppnad)	12 (TopTex öppnad)
		18/11 (TopTex borttagen)	13 (TopTex borttagen)
		1/12 (TopTex pålagd)	26 (TopTex pålagd)
Övedskloster			
7	6/11	11/11 (TopTex pålagd)	0 (TopTex pålagd)
		17/11 (TopTex öppnad)	6 (TopTex öppnad)
		18/11 (TopTex borttagen)	7 (TopTex borttagen)
		1/12 (TopTex pålagd)	20 (TopTex pålagd)

Kvalitetsbedömningar efter lagringen utfördes på samma sätt som delprojekt 1. Vid brytning av stukorna på både Jordberga och Övedskloster lastades betorna direkt på lastbilar utan att rensverk användes. Provtagningen på sockerbruket skedde på samma sätt som i delprojekt 1.

I samband med att betorna lastades på Jordberga plockades prover för hand ut i provlådor för att se om det fanns skillnader i inre betkvalitet beroende på var de legat i stukan. Betorna plockades uppe och nere, både längst till höger, i mitten och till vänster

i stukan. Betorna som plockades uppe vid respektive kant bestod av ytbetor. Provlådorna med betor skickades till Agri provtvätt Örtofta sockerbruk för analys (brutto- och nettovikt, sockerhalt, blåtal samt kalium- och natriumhalt).

Samtidigt som betorna i stukan lastades på Övedskloster plockades nätsäckarna med betorna fram från stukan. Säck 1 och 2 i varje upprepning tömdes tillsammans i en provlåda och blev på så sätt ett prov. I de fall någon av säckarna gick sönder under lastningen tömdes endast den hela säcken i provlådan och skickades till analys. För att få ett värde på hur ytlagret hade klarat lagringen fylldes sex provlådor från varje långsida med 30 betor. Alla prover kördes samma dag till Agri provtvätt på Örtofta sockerbruk för analys.

Skillnader mellan behandlingar analyserades med variansanalys, Proc GLM i SAS, SAS institute Inc. Parvisa jämförelser gjordes med Fisher's protected LSD.

Resultat

Delprojekt 1: Skonsam teknik med respektive utan rensverk

Den normala upptagningen gav betydligt högre spill i denna undersökning, totalt 6,4 % mot 2,2 för den skonsamma upptagningen. Större rotspetsbrott stod för den högsta andelen av spillet. Andelen betor utan rotspetsbrott (0–2 cm) skilde markant mellan den normala och skonsamma upptagningen. Normal upptagning hade 20 % i denna grupp (0–2 cm) mot 85 för skonsam upptagning. Andelen betor med sprickor var 28 % för normal upptagning mot 13 till 15 % för skonsam upptagning.

Den ingående inre betkvaliteten i form av sockerhalt, blåtal och K+Na var densamma i de tre stukorna. Skillnaden i renhet mellan stukorna var liten. Renheten vid normal upptagning blev 92 % motsvarande 4,35 % jord och sten. Den skonsamma upptagningen gav 0,7 till 1 procentenheter lägre renhet, dvs. 91 respektive 91,3 %.

Värdena från temperaturmätningarna i stukorna tyder på att värmeutvecklingen i stuka 1 varit något högre än i stuka 4 och 5. I samband med lite mildare väder under årets sista dagar steg temperaturen i stuka 1 mer än i stuka 4 och 5. Totalt utsattes betorna för 482 daggrader i stuka 1 mot 443 respektive 450 daggrader i stuka 4 och 5.

Medeltemperaturen inne i stukorna blev 6–7°C med några dagar upp mot 10°C.

Rensningen av stuka 5 (skonsam upptagning, rensning med rensverk) gav en liten förbättring av renheten. Vid leverans skilde det 0,63 procentenheter i renhet mellan stuka 4 och 5, till förmån för den som körts över rensverk (stuka 5).

Vägning och sortering av orenheter och betmaterial under renslastaren visade att rensningen tog bort motsvarande 3,9 % av stukans vikt. Förlusten i betmaterial blev 2,4 %. Resterande mängd motsvarar 1,8 % orenheter (jord, halm och sten). Knappt hälften av den totala förlusten av stukans vikt kunde alltså påvisas i form av högre renhet i stukan körd över rensverk jämfört med stukan lastad direkt.

Rötter förekom i liten omfattning främst på rotspetsbrott och i viss mån på manteln. Angreppen var signifikant högre i stuka 1 än i stukorna 4 och 5.

Delprojekt 2: Lagring av betor i hybridstuka

För stuka 7 på Övedskloster var andelen betor med rotspetsbrott 0–2 cm (klass 1) 77 %. Motsvarande siffra för stuka 6 på Jordberga var 14. Andelen betor med sprickor för stuka 7 på Övedskloster var 29 %. Motsvarande siffra för stuka 6 på Jordberga var 37. Det fanns inga signifikanta skillnader i ytskador mellan betorna i de två stukorna.

Diskussion

Delprojekt 1: Skonsam teknik med respektive utan rensverk

Måltalen för spill efter upptagaren är 1 % ytspill (hela betor som är större än 4,5 cm i diameter över nacken) och 2 % betmaterial från rotspetsbrott och blastning. Resultaten från undersökningen visar att det är möjligt att uppnå dessa. Spillundersökningen från Övedskloster gav exempelvis under 1 % i ytspill.

Skillnaden mellan stukorna (1, 4 och 5) i renhet vid inlagringen var liten. Den skonsamma upptagningen gav 0,7 till 1 procentenheter lägre renhet, dvs. 91 respektive 91,3 % (stuka 4 respektive 5) jämfört med den normala upptagningen på 92 % (stuka 1).

En förändrad sockerhalt under lagringen kan principiellt bero på antingen ändrad torrsubstanshalt i betan eller en faktiskt ändrad sockermängd i betan. Vilket det är kan vara svårt att avgöra. Under lagringen försvinner inget kalium eller natrium från betan. Ändrade halter är därför ett uttryck för ändring av vattenhalten och därmed ts. Lägre värde för K+Na vid brytning av lagret indikerar upptag av vatten. K+Na-värdet föll med 0,1 enhet, dvs knappt 4 %. Skillnader i sockerhaltsförändring från inlagring till brytning är en säker indikator på skillnader i lagringsförlust. Däremot säger den inte hela sanningen om förlustens absoluta storlek. Sockerhalten föll med 1,6 procentenheter i stuka 1 (Vervaet) och 1,1 i stuka 4 och 5 (Grimme). Det innebär att stuka 4 och 5 förlorade omkring 30 % mindre socker än stuka 1. Också renheten påverkas av förändringar i ts-halt. Skulle jorden torka minskar dess vikt och renheten stiger något. I undersökningen minskade renheten efter lagring med 1,53 procentenheter i stuka 1 och 1,76 i stuka 4 (båda utan rensblastning), jämfört med före lagring. Den troliga förklaringen är att rötskadat betmaterial tvättats bort i provtvätten. Skillnaden mellan leden är liten, men till nackdel för stuka 4.

Skadeanmärkningar på proven i form av 5:or (3–6 % skadat), 6:or (6–10% skadat) eller 7:or (över 10 % skadat) är ekonomiskt mycket kännbart för odlaren. Den ekonomiska förlusten ligger på nivån 5, 30, respektive 100 % (2009 års odlingsvillkor). Stuka 1 fick inga anmärkningar, medan stuka 4 fick en 6:a och en 7:a av 19 analyserade prov. Stuka 5 fick en 6:a av 17 prov. I stuka 4 förekom partier med förstörda betor i ytlaget, möjligen beroende på avblåst plast och 500 kg betor togs bort före leverans.

Undersökningar utförda av ITB och IRBAB i Belgien (Blocaille och Legrand, 2010) visar att svampangrepp med efterföljande rötter börjar utvecklas efter 270–300 daggrader i stukan. Årets 70 dagar långa lagring med över 450 daggrader i stukorna var därmed ett rätt så tufft test.

Den samlade sockerförlusten över 70–71 dygn blev 11–13 % av den inlagrade mängden och hamnade därmed på samma nivå för de provade leden. Uttryckt som förlust per dygn blev värdena 0,18 (stuka 1), 0,16 (stuka 4) och 0,19 (stuka 5). I dessa värden har hänsyn inte tagits till effekter av skadeanmärkningarna. Om inverkan av den 7:a som erhöles i stuka 4 tas med så skulle förlusten i detta led öka från 0,16 till omkring 0,23 % per dygn.

För temperaturkurvor i stukornas olika delar hänvisas till den fullständiga rapporten på www.nordicbeet.nu. Medeltemperaturen i stukornas mitt, uppe och nere, ligger relativt lika och följer varandra väl i de tre stukorna från 6/11 till den 12/11, dvs. 36 dygn. Därefter börjar medeltemperaturen att skilja sig åt i de tre stukorna. Det är framförallt temperaturen i stukan upptagen med gårdens Vervaet där temperaturen stiger mer än i stukorna upptagna med Grimme. Under resten av lagringsperioden ligger sedan

temperaturen i mitten av Vervaetstukan över den i mitten av Grimmestukorna. Temperaturen i Grimmestukorna är också jämnare än i Vervaetstukan där det blir några temperaturtoppar.

Även temperaturutvecklingen i stukornas östra sida följs åt väldigt väl fram till 36 dygn efter inlagringen den 6/11. Därefter är det återigen stukan upptagen med Vervaet som stiger mer än i Grimmestukorna. Den 27/12 blir det en temperaturtopp på över 10°C i Vervaetstukan, medan de båda Grimmestukorna ligger kvar på ca 5°C.

Temperaturutvecklingen i stukornas västra sida varierar mer mellan stukorna än i stukornas övriga delar. Den västra sidan är i regel mer utsatt för vind. Redan vid 31 dygns lagring kan man se att temperaturen i de tre stukorna börjar skilja sig åt. Det är nu stukan lagd med Vervaet och Grimmestukan som ska köras över rensverk där temperaturen stiger. Temperaturen i Grimmestukan som inte ska köras över rensverk ligger fortsatt lågt, under 5°C, och sjunker ytterligare ner till ca 3°C kring den 24/12 där den håller sig fram till brytning av lagret.

Delprojekt 2: Lagring av betor i hybridstuka

Den här delen av undersökningen syftade till att prova den s.k. hybridstukans möjligheter som lagringssätt. Fyrkantbalarna skulle klara frostskyddet vid kanterna. En jämn yta täckt med TopTex skulle skydda toppen. Maxhöjden 2 m skulle säkra att stukan inte blev för varm. Metoden innebär att allt arbete sker vid inlagringen.

Metodikjämförelse

Delprojektet omfattade också en metodikstudie som ska ligga till grund för planering av framtida lagringsförsök. På Jordberga togs prov från elevatorvagn direkt ner i låda såsom beskrivits under material och metoder. Det innebär helt slumpmässigt uttag av betor – stora som små, hela som små bitar. Vidare kommer både orenheter som sitter på betan och sådan som finns löst med (sten, jord, jordklumpar och nackar). Parallellt togs också prover ut för hand. Betor plockades slumpmässigt från tippslänten allt eftersom betorna tippades i stukan. Här kommer små lösa betbitar samt orenheter **inte** med. Båda metoderna gav god överensstämmelse vad gäller sockerhalt, blåtal och K+Na. Renheten däremot blev 0,7 procentenheter högre vid handprovtagningen.

I samband med brytningen togs 36 prov ut i olika delar av stukan. Fyra av dessa 36 prov klassades som 7:or och saknar därmed tillförlitligt värde. Av 7:orna återfanns två i yttskiktet mot söder, medan de båda övriga proven kom från stukans nedre del, ett i mitten och ett mot norr. Sockerhalten längs båda långsidorna var lägre nere i stukan jämfört med där uppe. Sockerhalten var lägst i mitten, oberoende av höjden. Det skilde 1,3 procentenheter mellan bästa och sämsta del. Det får tolkas som att värmen i mitten utgjort ett större problem än kylan vid kanterna när det gäller sockerförlust.

Under den senaste tioårsperioden har metodiken i svenska lagringsförsök varit den att hela stukans vikt bestäms vid både inlagring och leverans (Ingelsson, 2002, 2004). Verklig bruttovikt, sockerhalt och renhet är alltså kända vid både inlagring och leverans. Sockerförlusten kan därför enkelt beräknas. Metoden är säker, återspeglar ”verkligheten så nära som möjligt”, men tar tid och kräver tillgång till körväg inom rimligt avstånd från där stukan ska ligga. Denna metodik användes på Jordberga. Ute i Europa och tidigare även här i Sverige används ofta en indirekt metod. Nätsäckar fylls med betor från aktuell leverans och placeras sedan på ett systematiskt sätt i stukan med ett antal upprepningar. Säckarna vägs före och efter lagring. Ett visst antal säckar går direkt till analys. Dess medelvärde för sockerhalt, blåtal, K+Na och renhet utgör ingångsvärde för

alla säckar i lagret vad gäller kvalitet. Efter lagring samlas säckarna in, töms i lådor och analyseras som odlarprov. Metoden kan förväntas fungera väl då man främst är ute efter relativa skillnader mellan t ex olika täckningsåtgärder. Däremot kan dess värde för den absoluta förlusten avvika från verkligheten. Osäkerheten i metoden kan ligga i:

- 1) Betorna som läggs i säckarna återspeglar inte alltid helt betorna i stukan. Småbetor och rotspetsar blir lätt underrepresenterade
- 2) Ingångskvaliteten i den enskilda säcken är antagen från andra prov
- 3) Lös jord och sten kommer inte med i säckarna
- 4) Jord på betorna kan lossna och falla av i samband med uttag av säckarna
- 5) Även om placeringen görs rätt i stukan kan det vara svårt att helt få med hela variationen av betingelser som finns i en stuka
- 6) Eventuella jordkärnor eller liknande uppstår inte i säcken.

Sammantaget finns risken att man med denna metod underskattar den verkliga förlusten något. Kan detta ha skett i denna undersökning? Sockerförlusten på Jordberga blev 0,28 % per dygn mot endast 0,07 på Övedskloster. Är siffran för Övedskloster i verkligheten högre än de 0,07 % per dygn som uppmättes? Sockerförlustens storlek är ett resultat av förändring i bruttovikt, renhet och sockerhalt. Den del som bestäms med högst säkerhet är sockerhaltsförändringen. För Jordberga blev den 0,15 % per dygn ("odlarprovtagning" på bruket vid leverans) mot 0,06 på Övedskloster. Ett genomsnitt över sockerhaltsförändringar i handplockade prov i stukan på Jordberga gods visar att den här var 0,17 % per dygn.

På Övedskloster kan sockerhalten i säckarna jämföras med den som blev vid provtagning med ordinarie cocksedgeprovtagning på bruket. Dessa s.k. "odlarprov" gav här något större sockerhaltsförändring motsvarande 0,10 % i sockerförlust per dygn. För andra prov från Övedskloster tagna i ovankant av stukan blev sockerförlusten 0,12 % per dygn.

Under lagringen minskade renheten på Jordberga med 3,1 procentenheter, medan den steg med 0,8 procentenheter på Övedskloster. Handuttagna prov på Jordberga gav en renhetsförsämring på 2,0 procentenheter efter lagring. Betorna var angripna av rötter och det verkar rimligt att tro att en del rötskadat material tvättats bort i provtvätten. Förändringen i nettovikt på Jordberga motsvarade en sockerförlust på 0,05 % per dygn, medan den endast stod för 0,01 % på Övedskloster. Den samlade bedömningen är att sockerförlusten underskattats något med säckmetoden jämfört med direktmetoden. Den uppmätta sockerförlusten på 0,07 % per dygn på Övedskloster kan ha underskattats med 0,01 procentenheter orsakat av överskattad renhet efter lagring och 0,03 procentenheter till följd av bättre förhållanden i säckarna än stukan som helhet. Sammantaget förmodas därför att direktmetoden (dvs. provtagning med ordinarie cocksedgeprovtagning som på Jordberga gods) skulle gett en sockerförlust på 0,10–0,12 % dygn på Övedskloster, dvs. under hälften av den som erhöles i stukan på Jordberga gods.

Provtagning av betorna från ytskiktet på Övedskloster visar tydligt att frostskyddet här var otillräckligt. Skadat betmaterial förekom endast i det allra översta betlagret. Betorna i stukan på Övedskloster var delvis fortfarande frusna vid leverans.

Stor skillnad i sockerförlust mellan platserna

Vad beror då den stora skillnaden i sockerförlust per dygn mellan Jordberga och Övedskloster på? Ett antal faktorer bidrar troligen till den lägre sockerförlust per dygn

som uppmättes på Övedskloster: 1) Först och främst så odlades olika betsorter; på Jordberga gods var det sorten Rasta och på Övedskloster Nexus. Dessa sorter skiljer sig i lagringsduglighet. Nexus är generellt en bättre lagringssort än Rasta, 2) Upptagningen gjordes med *normal* upptagningsteknik på Jordberga gods och med *skonsam* på Övedskloster. Detta fick till följd att upptagningskvaliteten var bättre på Övedskloster än på Jordberga gods, 3) Medeltemperaturen i stukan på Övedskloster blev måttlig, 6,6°C. Medeltemperaturen i stukan på Jordberga gods blev högre, 8,3°C.

Hypotesen förkastad

Hypotesen bakom hybridstukan (storbals-U, max en bal högt, och inte bredare än 12 m) var att den skulle förmå att hålla betorna på en jämn temperatur, trots varierande yttre-temperatur. På grund av stukans låga höjd blir ventilationen god och värmen hålls nere. Det blir dock tillräckligt mycket värme så att inte heller frosten kan skada betorna. Utifrån resultaten i denna undersökning kan det konstateras att stukan främst på Jordberga – men även på Övedskloster – snabbt blev för varm och TopTexten fick dras av för att ventileras bort värmen. Efter besiktning av betinspektör kunde hela stukan på Jordberga levereras utan bortsortering. Men, av 16 prov blev ett klassat som 7:a dvs. helt kasserade betor. Från 36 prov uttagna både inne i stukan och från ytbetor erhöles en 6:a och fyra 7:or. Även på Övedskloster fick hela stukan levereras utan bortsortering. Inga anmärkningar noterades. Av tolv prov tagna i ytlagret längs långsidorna erhöles två 6:or och fyra 7:or. Vi konstaterar mot bakgrund av dessa resultat att hypotesen om att stukan varken blir för varm eller för kall måste förkastas. Även hybridstukan kräver övervakning av temperaturen inne i stukan och vid behov måste den ventileras. Det är också viktigt att TopTexen inte läggs på för tidigt, några dagar utan TopTex kan vara bra för att inte värmen ska börja stiga inne i stukan. Båda stukorna täcktes direkt med TopTex. Fördelen med stukan är att TopTexen relativt lätt kan vikas bort och det klaras av en person. Fler försök får därför utvisa hur täckningen kan förbättras så att inte heller betorna i ytlagret skadas.

Temperaturutveckling i stukornas ytskikt

För temperaturkurvor för stukornas olika delar hänvisas till den fullständiga rapporten på www.nordicbeet.nu. Stukan på Övedskloster var placerad i nord-sydlig riktning, dvs. med ena långsidan i väster. Stukan på Jordberga var placerad i öst-västlig riktning, dvs. med ena långsidan åt norr. På Jordberga föll temperaturen under TopTex-duken aldrig under noll grader trots att utetemperaturen redan kring den 19 december under några dagar föll ner mot -5°C för att sedan stiga över noll igen. Kring nyår sjönk temperaturen återigen ner till cirka -10°C.

Redan kring den 20 december blev det -8°C kallt på Övedskloster och även temperaturen under duken på stukans västra sida (långsida) sjönk under noll en kort period. Kring nyår sjönk temperaturen under duken på västra sidan under noll för att stanna där fram till brytning av lagret. Temperaturen under duken på stukans östra sida samt mitt sjönk aldrig under noll.

Temperaturutveckling inne i stukorna

Temperaturen inne i stukan på Jordberga, både 0,5 och 1,5 m ner under mittlinjen, steg snart efter inlagringen den 7 november till nästan 16°C, där den höll sig några dagar. Den 21 november hade temperaturen sjunkit till strax under 12°C. Temperaturen steg återigen upp mot 16°C den 12 december för att därefter sjunka. Den 2 januari blev det

återigen en stegring av temperaturen till 12°C då uttemperaturen dagarna innan ökade något, från minus 4 till plus 4°C .

Temperaturen inne i stukan på Övedskloster, både 0,5 och 1,5 m ner under mittlinjen, steg snart efter inlagringen den 11 november till cirka 12°C där den höll sig några dagar. Därefter började temperaturen sakta att sjunka och pendlade sedan mellan 8 och 10°C. Den 6 januari sjönk temperaturen under 8°C och den 10 januari under 4°C. Stukan på Övedskloster fick adrig några sådana temperaturtoppar som det blev på Jordberga.

Referenser

Blocaille, S. Legrand, G. 2010. Elements which influence losses during long term storage of sugar beet. 72. IIRB Kongress – 22–24/06/2010 – Copenhagen (DK). Abstract.

Ingelsson, T. 2002. Rensningsgradens påverkan på lagringsförlusterna vid långtidslagring. Försöksrapport SBU 2002. www.sockerbetor.nu.

Ingelsson, T. 2004. Rätt rensning för lång lagring. *Betodlaren* 3: 51–54.

Ohlson, P-O. 2005. Provning av Grimme Maxtron 620 betupptagare. Försöksrapport SBU 2002. www.sockerbetor.nu.

Publikationer

Resultaten kommer att publiceras i tidskriften *Betodlaren* under 2010 och 2011.

Övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten har presenterats på NBRs vintermöte för handel, rådgivare och försöksvärdar.